FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1925 — THÈSE — N° —

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Élie-Benjamin AMRAM

Né le 18 décembre 1899 à Constantine

CAPTAGE DES POUSSIÈRES DE L'AIR

Contribution à l'Étude de leur Destruction

Président : M. LÉON BERNARD, *professeur*

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & Cie, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1925

LE DOYEN... M. ROGER.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS.
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO.
Physiologie	Ch. RICHET.
Physique médicale	André BROCA.
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ.
Bactériologie	BEZANÇON.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	Marcel LABBÉ.
Pathologie médicale	SICARD.
Pathologie chirurgicale	LECÈNE.
Anatomie pathologique	LETULLE.
Histologie	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale	RICHAUD.
Thérapeutique	CARNOT.
Hygiène	Léon BERNARD
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MENETRIER.
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER.
Clinique médicale	GILBERT CHAUFFARD. ACHARD. WIDAL.
Hygiène et clinique de la première enfance	MARFAN.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
Clinique chirurgicale	DELBET. HARTMANN. LEJARS. GOSSET.
Clinique ophtalmologique	
Clinique urologique	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE. BRINDEAU. JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	
Clinique thérapeutique médicale	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU.
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	
ABRAMI.....	Pathologie médicale
ALGLAVE.....	Pathologie chirurgicale.
AUBERTIN....	Pathologie médicale.
BASSET.....	Pathologie chirurgicale.
BAUDOUIN....	Pathologie médicale.
BINET.....	Physiologie.
BLANCHETIÈRE	Chimie biologique.
BRANCA.....	Histologie.
BRULÉ.....	Pathologie médicale.
BUSQUET.....	Pharmacologie et matière médicale.
CADENAT.....	Pathologie chirurgicale.
CHAMPY.....	Histologie.
CHIRAY.....	Pathologie médicale.
CLERC.....	Pathologie médicale.
DEBRÉ.....	Hygiène.
I. de JONG.....	Anatomie pathologique.
DUVOIR.....	Médecine légale.
ÉCALLE.....	Obstétrique.
FIESSINGER...	Pathologie médicale.
FOIX.....	Pathologie médicale.
GARNIER.....	Pathologie expérimentale.
HARVIER.....	Pathologie médicale.
HEITZ-BOYER..	Urologie.
HOVELACQUE..	Anatomie.
JOYEUX.....	Parasitologie.

MM.	
LABBÉ (Henri).	Chimie biologique.
LARDENNOIS..	Pathologie chirurgicale.
LE LORIER....	Obstétrique.
LEMAITRE.....	Oto-rhino-laryngologie.
LEMIERRE....	Pathologie médicale.
LÉVY-SOLAL...	Obstétrique.
LHERMITTE...	Pathologie mentale.
LIAN.....	Pathologie médicale.
MATHIEU.....	Pathologie chirurgicale.
METZGER.....	Obstétrique.
MOCQUOT.....	Pathologie chirurgicale.
MONDOR.....	Pathologie chirurgicale.
MOURE.....	Pathologie chirurgicale.
MULON.....	Histologie.
PHILIBERT....	Bactériologie.
RIBIERRE.....	Pathologie médicale.
RICHET Fils...	Physiologie.
ROUVIÈRE....	Anatomie. Physique médicale.
TANON.....	Pathologie médicale.
TIFFENEAU...	Pharmacologie et matière médicale.
VAUDESCAL...	Obstétrique.
VERNE.....	Histologie.
VILLARET.....	Pathologie médicale.
WELTER.....	Ophtalmologie.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.	
CAMUS.....	Physiologie.
GOUGEROT.....	Pathologie médicale.
GUÉNIOT.....	Obstétrique.

MM.	
RETTERER.....	Histologie.
ROUSSY.....	Anatomie pathologique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.	
AUVRAY.....	Clinique chirurgicale.
CHEVASSU	Clinique chirurgicale.
LAIGNEL-LAVASTINE	Clinique médicale.
LEREBOULLET.	Clinique médicale infantile.
LÉRI	Clinique médicale.
LŒPER	Clinique médicale.

MM.	
OMBRÉDANNE.	Clinique chirurgicale infantile.
PROUST	Clinique chirurgicale.
RATHERY.....	Clinique médicale.
SCHWARTZ ...	Clinique chirurgicale.
TERRIEN.....	Cliniq. ophtalmologique.

V. — CHARGÉS DE COURS

MM MAUCLAIRE, agrégé.....	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY.....	Stomatologie.
N.....	Éducation physique.
LEDOUX-LEBARD.....	Radiologie clinique.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA GRAND'MÈRE

A LA MÉMOIRE DE MON VÉNÉRÉ PÈRE

A MA MÈRE

A MON FRÈRE ANDRÉ

A MES FRÈRE ET SŒURS

A MES COUSINS

JULES ET GASTON GOZLAND
ERNEST BAKOUCHE
PROSPER ET ADOLPHE GOZLAND

Au Docteur LÉVY-VALENSI

Chef de laboratoire de la Clinique médicale
de la Faculté d'Alger

A NOS AMIS ET CAMARADES D'ÉTUDES

les Docteurs CHEDDAKA, GOZLAND ELIE
JONATHAN ET TOUBIANA

A MON COUSIN ET AMI

MAURICE GOZLAND

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ
DE MÉDECINE ET DES HOPITAUX D'ALGER

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ
DE MÉDECINE ET DES HOPITAUX DE PARIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

LÉON BERNARD

Professeur à la Faculté de Médecine
Membre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôpital Laënnec

Qui nous fait l'honneur de présider notre thèse. Hommage de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS MAITRES

M. le Docteur BORDAS

Professeur suppléant au Collège de France

Il nous a suivi pas à pas dans l'exécution de notre travail et nous a permis de le mener à bonne fin. Hommage de reconnaissante affection.

M. le Docteur TANON

Professeur agrégé à la Faculté

Qui nous a inspiré le sujet de ce travail et nous a aidé de ses conseils. Hommage de profonde gratitude et de respectueux attachement.

M. LE PROFESSEUR WIDAL

Professeur de Clinique médicale à l'Hôpital Cochin
Membre de l'Institut

Qui nous a permis de suivre son bel enseignement clinique. Témoignage de notre respectueux attachement.

CAPTAGE DES POUSSIÈRES DE L'AIR

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LEUR DESTRUCTION

HISTORIQUE

L'existence de germes dans l'air est soupçonnée dès la plus haute antiquité (1). Thucydide, dans la fameuse description qu'il fit de la peste d'Athènes, imagine un venin pestilentiel dans l'air pour expliquer la propagation de la maladie. Ce venin pestilentiel était un des éléments invisibles, doué de vertus morbifiques qu'Hippocrate devait utiliser pour formuler sa théorie des miasmes.

Moins loin de nous en 1740, l'abbé Chomel, frère de l'Intendant des eaux minérales de Vichy, distingue l'air peu propre à notre bonne santé, de l'air habité impur qui sème la maladie.

C'est en réalité en 1678, époque de la découverte du microscope par Leuwenhocke, que la question se pose scientifiquement. C'est de là que datent les

1. Nous nous sommes reportés pour ce chapitre à l'excellent article de M. Guillert, intitulé : *les Microbes de l'air*, paru dans *les Annales d'Hygiène* de novembre 1923, n° 11.

Nous lui avons fait de nombreux emprunts au cours de notre travail.

premières notions de la présence d'éléments dans l'atmosphère et dans l'eau de pluie abandonnée à elle-même.

Loin d'être nettement tranchée, la question est reprise vers 1830 et est de nouveau et successivement étudiée en France et en Angleterre, lorsqu'en 1860 le physiologiste Pouchet provoque au sein de l'Académie des Sciences une discussion mémorable au cours de laquelle il remet en honneur la théorie de générations spontanées. C'était une notion connue depuis très longtemps puisque Virgile, dans ses *Bucoliques*, faisait naître des souris spontanément dans de la farine contenue dans des amphores. Pouchet discuta cette opinion avec ardeur jusqu'au jour où Pasteur apporta des expériences décisives contre cette théorie. Après lui, des expériences faites par d'autres auteurs conduisaient au même résultat. De nouveau, la question des germes de l'air redevenait à l'étude.

En France, Ch. Robin ; en Angleterre, Maddox et Cunningham apportent des faits intéressants dans cette question.

Enfin Miquel consacra à cette étude de nombreux et importants travaux. C'est lui, qui, par des expériances minutieusement conduites et par des recherches patientes, est parvenu à nous donner des notions intéressantes sur la densité des poussières en un lieu donné.

Les prélèvements qu'il fit en différents endroits, notamment dans des enceintes infectées et très

peuplées, lui montraient à l'examen que l'air était très souillé, tandis qu'il l'était très peu au contraire dans des lieux découverts et peu fréquentés.

C'est donc du point de vue quantitatif que Miquel envisageait la question. Avant lui on s'était contenté de rechercher la nature des germes. La question devenait donc complètement élucidée.

Assimilation du problème de l'air au problème de l'eau

Les germes, les poussières, les fumées leur filtration

Il est donc nettement établi à l'heure actuelle, que l'air renferme de nombreuses poussières. Ces différents éléments peuvent se ramener à deux types : l'un comprenant les êtres organisés ou germes, l'autre beaucoup plus vaste est celui des poussières non organisées.

Les particules inertes constituent les poussières dont l'air est particulièrement chargé dans certaines régions, notamment dans le Nord où il existe de nombreux centres industriels. Le problème des poussières de l'air dans ces centres se confond avec celui des fumées. Il est alors intéressant d'envisager les dangers que présente l'existence de la fumée.

Tout d'abord la présence de la fumée dans l'air conditionne l'apparition de nombreux brouillards et aussi intercepte les rayons solaires dont on connaît actuellement les effets bienfaisants. Il ne serait pas inutile à ce propos de rappeler que l'action bactéricide des rayons ultra-violets n'existe plus du même coup ainsi que celle de l'ozone. Les travaux des médecins et des chirurgiens nous ont appris les

beaux résultats thérapeutiques que l'on obtenait en exposant aux rayons solaires des péritonites tuberculeuses ou des bacilloses intestinales. Cette notion s'est rapidement étendue au traitement de nombreuses localisations bacillaires, les adénopathies et les abcès froids y ont beaucoup gagné. Il est donc intéressant à cet égard de montrer que tous ces effets utiles de l'héliothérapie n'existent plus. En interceptant les rayons solaires, les fumées et les brouillards font disparaître un moyen naturel de désinfection de l'air. Les habitants de ces régions se ressentent de ces conditions météorologiques : leur activité est diminuée et leur psychisme est notablement modifié. Le travail du professeur Wallace Wallin de l'Université de Pittsburgs est très édifiant à cet égard. Sous le titre : *Aspect psychologique du problème de la pollution atmosphérique par la poussière*, paru *in Bulletin*, n° 3 de l'Institut Mellon des recherches industrielles et Ecole d'Industries spécifiques, l'auteur envisage les effets nocifs de la fumée. Il les ramène à deux mécanismes différents, l'un direct, l'autre indirect.

Les effets directs sont produits par la fumée elle-même et les effets indirects résultent de changements météorologiques produits par la fumée atmosphérique.

Les effets mentaux de la fumée et du temps produit par elle sont directs ou indirects. Les effets indirects résultent de changements organiques engendrés par ces états atmosphériques, les effets directs

sont dus à l'influence des états mentaux sur les dispositions et la conduite.

La fumée remplit l'air de produits nocifs et de particules de suie qui peuvent servir de porteurs des déchets de la vie ; d'où irritation de l'œil, de la gorge, du nez, des poumons et du système gastro-intestinal et, par contre-coup, diminution du potentiel de réserve, de la capacité de travail, augmentation de la fatigue, irritabilité et déséquilibre, et usure prématurée.

La fumée diminue l'intensité et la durée de l'ensoleillement, réduit la clarté du jour, la limite de visibilité et la température diurne en hiver ; elle accroît l'humidité, le brouillard et peut-être modifie le potentiel électrique.

Le soleil est un important agent bio-dynamique. Il provoque l'anabolisme, la transpiration et augmente le pourcentage de l'hémoglobine. Les rayons bleus et ultra-violets sont bactéricides pour les bactéries pathogènes et ont un effet tonique sur l'organisme humain. L'action du soleil sur le mental est bien connue. De plus, la lumière du jour incolore, est supérieure au point de vue du rendement visuel, de l'hygiène optique et de l'affectivité.

Les nuages épais ont une influence dépressive et dévitalisante (terreur chez les enfants, rendement abaissé du travail, etc...). Désordres de la vue, inquiétude, angoisse chez les déments.

L'humidité augmente le contenu de l'air en produits toxiques, augmente les chances de maladies,

réduit la sensitivité de certains organes et diminue le potentiel vital. Les brouillards, bien entendu, rendent le travail moins précis et augmentent le pourcentage des décès.

Les jours clairs et secs sont anaboliques et accroissent l'énergie. Naturellement il s'ensuit des réactions plus violentes chez les nerveux mais, en somme, la capacité active de l'individu est accrue. Par suite de son action déprimante, le temps gris diminuerait le nombre des délits.

Les nuages de fumée sont anti-esthétiques dans les villes. Ils limitent non seulement les possibilités de l'art architectural urbain, mais encore les possibilités éducatives. Ils noircissent et abiment les intérieurs aux dépens de l'effet décoratif. Ils souillent l'individu lui-même et peuvent entraîner chez lui la négligence et le manque de soins.

Les villes enfumées sont fuies des touristes et on n'y demeure que lorsque l'on ne peut l'éviter.

Ainsi les inconvénients et les dangers des fumées en général sont bien mis en évidence.

Considérées en elles-mêmes, elles sont tout aussi nocives ; en effet, il ne faudrait pas perdre de vue que certaines poussières sont particulièrement dangereuses par elles-mêmes ; telles, par exemple, les poussières métalliques dont l'inhalation continue et prolongée détermine dans l'organisme des réactions morbides quasi spécifiques de la nature même de la particule métallique. On connaît bien aujourd'hui les effets pathologiques résultant de l'accumulation de

certains métaux dans l'organisme humain. D'une façon générale, les poussières inhalées s'accumulent au niveau des ganglions du hile pulmonaire et même dans les poumons où elles provoquent des réactions de sclérose excessivement intenses (sidérose, chalicose, anthracose, etc...). Par leur présence, elles constituent une épine irritative pour la localisation du germe bacillaire qui trouverait là un excellent terrain de développement.

Cette localisation tuberculeuse est d'autant plus aisée qu'elle est nettement favorisée par la diminution de la capacité respiratoire exercée par la présence de ce vaste champ de sclérose.

Disons, en passant, que c'est dans ce but qu'ont été institués les services de surveillance de sclérose au Transvaal.

L'étude des poussières minérales qui sont des éléments inertes n'est intéressante qu'à cause du traumatisme qu'elles déterminent.

Il en est tout autre des éléments végétaux et animaux qui peuvent produire par leur présence dans l'organisme où ils ont pénétré,des troubles graves de l'économie.

Leur valeur morbide n'est bien connue que depuis la fin du siècle dernier.

Dans une conférence au Congrès d'Hygiène et de Démographie de Vienne, Brouardel admettait pour la première fois que l'air humide pouvait dans certaines conditions transporter les germes pathogènes, en particulier celui de la fièvre typhoïde. Explica-

tion plausible des contagions aériennes qui avaient fait auparavant l'objet de tant de discussions.

Après lui, Liebermeister, Gielt, Landouzy, Chantemesse, apportaient des observations qui montraient la réalité de ces faits.

En 1888, notre maître, M. le professeur Bordas, alors préparateur de Brouardel, a été conduit au cours d'une enquête sur une épidémie de maison, à rechercher par quel mécanisme les émanations d'une fosse d'aisances contenant des déjections typhiques avaient pu provoquer l'éclosion de plusieurs cas de pneumotyphoïde.

La conclusion de ce travail établit une notion qui devait être bien féconde : celle que l'air chargé de vapeurs d'eau « à l'état vésiculaire » pouvait devenir le véhicule de germes microbiens et les transporter à des distances plus ou moins considérables.

MM. Lassime et Sicard établissaient eux aussi la possibilité de la contagion par l'air.

D'autres expériences de Trillat sont venues en partie donner une explication de ce phénomène.

Les inconvénients et les dangers résultant de la présence dans l'air d'éléments microbiens sont par conséquent évidents.

Est-il nécessaire à ce propos de rappeler que les bacilles tuberculeux expectorés dans les crachats humides ne sont guère dangereux mais qu'au contraire, ces mêmes crachats desséchés et emportés par l'air constituent tout autant de sources de contamination. C'est dans ce but qu'ont été créés les

crachoirs. Disons d'ailleurs que ces mêmes bacilles ne sont pas longtemps virulents ; l'on admet à l'heure actuelle que leur nocivité est très réduite au bout de quarante-huit heures.

Le rôle pathogène des éléments végétaux est bien moins net. Il est vrai que par leur présence dans l'air, ils sont capables de transmettre certaines affections irritatives et susceptibles par là même de déterminer de graves lésions toxiques au niveau de la peau et des muqueuses, lésions que nous connaissons mieux aujourd'hui.

La présence d'éléments végétaux dans l'air est cependant indubitable puisque nous voyons, dans certains cas, certaines espèces inférieures, notamment des moisissures, se développer à la surface des viandes conservées. Elles entourent plus ou moins complètement ces aliments ; elles constituent à leur surface une couche blanc verdâtre assez typique. Il est évident que leur présence n'est pas sans altérer ces viandes, ce qui rend leur consommation parfois impossible.

La question de l'hygiène dans ce cas se pose d'une manière moins directe.

L'air véhiculant des poussières végétales ne constitue peut-être pas par la présence de ces éléments, un danger pour l'individu qui le respire mais par la contamination des aliments conservés qui sont destinés à notre usage, contribue à produire parfois des troubles graves de l'économie.

Ainsi donc, de quelque côté que l'on envisage la

question et quelle que soit la nature des poussières de l'air, le fait seul de leur existence dans l'air constitue un gros danger pour l'homme.

Depuis longtemps déjà, on avait démontré la nocivité de certains éléments dans l'eau. Les exemples les plus typiques sont la contamination des agglomérations par les eaux de source et l'apparition de cas de fièvre typhoïde ou de dysenterie dans certaines régions alimentées par des sources souillées.

L'eau peut contenir certains germes microbiens, elle peut leur servir de véhiculeet par là même devenir un grand moyen de propagation d'épidémies.

On a cherché à remédier à tous ces inconvénients; et c'est ainsi que depuis longtemps, l'on s'est occupé de purifier l'eau de boisson. C'est pour répondre à ce besoin que l'on a eu recours, pour les grosses agglomérations, aux différents artifices d'épuration de l'eau par filtres submergés et filtres non submergés. C'est ce grand problème d'hygiène qui a fait apparaître le filtre Chamberland, bougie de porcelaine destinée à laisser filtrer l'eau et à retenir les éléments solides en suspension, c'est-à-dire les germes.

Comme l'eau l'air est susceptible d'être souillé par des éléments solides, des éléments inertes, et des germes microbiens en grand nombre. Ce sont surtout ces derniers qu'il importe de considérer.

Nous venons de voir que pour l'eau, la question a été assez longuement étudiée et qu'elle est résolue à l'heure actuelle d'une façon satisfaisante. On se trouve, en effet, en présence de systèmes qui per-

mettent sinon une épuration absolue, du moins une épuration relative, ce qui est déjà appréciable de ce côté-ci.

Tout au contraire, si la réalité de la présence d'éléments nocifs dans l'air est nettement établie et date d'une époque relativement éloignée, les moyens d'épuration de l'air n'attirèrent guère l'attention des chercheurs.

Il semble que l'hygiène doive réclamer pour le moins au même titre que pour l'eau, des méthodes ou des appareils capables de retenir les germes en suspension dans l'air, ce qui rendrait ainsi dans certains cas l'atmosphère de certaines régions ou de certaines enceintes plus respirable.

Le captage mécanique des poussières de l'air.

Avantages de ce procédé sur la filtration.

Maintenant que nous connaissons la nature des différents germes de l'air et les dangers de leur existence, il est nécessaire de rechercher un moyen pratique de les faire disparaître.

Pour cela, il semble qu'il est utile de voir si les premiers appareils imaginés et construits par les auteurs pour étudier les germes de l'air, ne peuvent passer dans le domaine pratique et servir d'instruments d'épuration générale de l'air.

Pasteur qui le premier étudia la question d'une façon scientifique, se servit d'une bourre de coton qu'il faisait traverser par un courant d'air. Il recueillait ainsi dans la bourre de coton les poussières de l'air qui se trouvaient retenues grâce à cet artifice. Il est aisé de se rendre compte que ce procédé est intéressant pour réaliser des expériences mais qu'il ne peut servir pratiquement à capter des poussières; en effet, la bourre de coton laisse au bout d'un moment passer un air aussi impur à la sortie qu'à l'entrée dans le tube. Il se passe pour la bourre de coton la même chose que pour le filtre Chamberland; au bout d'une semaine, celui-ci est complètement encrassé, et s'il n'est pas nettoyé, il laisse passer l'eau avec toutes ses impuretés.

Pouchet avait déjà étudié sérieusement cette question. Il s'était servi d'un instrument nouveau qu'il fit construire et auquel il donna le nom d'aéroscope. Celui-ci fut d'ailleurs perfectionné par Miquel qui le décrit de la façon suivante: « l'instrument primitif dont « Pouchet fit usage consistait en un tube de cristal « cylindrique muni à l'une de ses extrémités d'une « tubulure cylindrique par laquelle se faisait l'aspi- « ration de l'air et à l'autre d'un diaphragme percé « d'un ou plusieurs trous, immédiatement après « lequel se trouvait placée une plaque de verre en- « duite ou non d'une substance gluante ».

Sous le nom d'Aéroconiscope, le Dr Maddox présentait l'appareil précédent modifié, muni d'une girouette et d'un diaphragme conique. Ceci était destiné à le rendre « propre à fonctionner sous l'action du vent ; l'aspiration de l'air fut supprimée. »

Pour avoir un appareil « capable de fonctionner par tous les temps pendant la pluie et les bourrasques comme pendant les temps sereins » Miquel dut apporter de nouvelles transformations. L'appareil qui lui servit est un « aéroscope à aspiration qui se compose esssentiellement de deux parties, de la partie A solidement fixée à 2 mètres du sol, de la partie B qui se visse à la partie A. La première en forme de cloche, est munie d'un tube à aspiration mis en communication avec une trompe, la seconde en forme de cône est percée à sa partie supérieure d'une ouverture très fine par laquelle l'air est projeté au centre d'une lamelle mince enduite d'un mélange de glycé-

rine et de glucose, cette lamelle, maintenue horizontale par un étrier suspendu à une vis de réglage, peut s'éloigner ou s'approcher à volonté du sommet du cône. »

Tels sont les principaux appareils qui avaient servi aux premières recherches. Il est évident qu'il s'agit là d'instruments de laboratoire et qu'il est difficile d'envisager leur utilisation pratique. Ils sont loin de répondre au but pratique que nous nous proposons.

L'avènement de l'électricité va nous permettre d'envisager la question mais avant d'aller plus loin, rappelons que quelques tentatives ont déjà été faites.

En effet, actuellement dans les mines, l'absorption des poussières est réalisée par des ventilateurs puissants et portatifs munis de filtres. On les met auprès des perceuses de trous de mine en même temps qu'un jet d'eau arrose la perforeuse et entraîne les poussières les plus grosses. Il existe une publication faite pour les mines de diamant et les mines d'or au Transvaal et destinée à la propagande hygiénique auprès des ouvriers dans laquelle on trouve de nombreuses photographies qui font ressortir combien ces simples procédés de captage par l'eau où les ventilateurs assainissent l'air.

D'ailleurs en France, dans les ateliers de poussières, on sait que les règlements d'hygiène industrielle obligent à avoir auprès de chaque métier un aspirateur de poussière. On peut se rendre compte dans

certaines usines où ces poussières sont très abondantes comme les fabriques de boutons à Méru (Oise), combien ces appareils peuvent retirer de poussières par jour. Leur seul inconvénient, à notre avis, est de déterminer un violent courant d'air froid auprès de celui qui travaille et à ce point de vue des appareils capteurs électriques pourraient peut-être leur être substitués.

Ajoutons pour mémoire, car ceci rentre surtout dans les applications domestiques du captage des poussières, que la plupart des appareils ménagers employés dans les appartements sont basés sur le principe de l'aspiration des poussières, des murs, des tentures, des boiseries et rendent des services que justifie leur vogue qui paraît croissante.

Toutefois dans tous ces procédés comme nous venons de le dire, il y a captage avec filtration et la distinction ne peut se faire que dans un second temps, aussi sont-ils passibles des quelques reproches que nous venons de faire aux aéroscopes.

Au point de vue hygiène sociale, ces inconvénients sont minimes puisque les poussières sont ordinairement inertes. Appliqués à des germes en suspension, ils ne rendraient pas les mêmes services que les appareils électriques que nous allons étudier, rendent, puisque dans le champ électrique où sont attirées les poussières, les germes sont détruits par les effluves à haute tension et par l'ozone qui est produite en même temps que les effluves.

Le principe de cette méthode date de quelque temps.

En 1875, dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*, le français Coulier faisait paraître deux articles intitulés : *Etudes sur une nouvelle composition de l'air*.

Ceux-ci relataient les résultats de quelques-unes de ses expériences. Cet auteur montrait, en effet, que lorsqu'il mettait de l'eau sous pression dans un flacon rempli de poussières, la vapeur d'eau se condensait autour des particules solides en suspension dans l'atmosphère du flacon et un brouillard se trouvait constitué.

La contre-épreuve de cette expérience était réalisée de la façon suivante : le même flacon contenait de l'eau sous pression mais il ne contenait aucune poussière. Dans ce dernier cas, il n'y avait pas de brouillard. Coulier en concluait donc que les poussières de l'air servaient de noyaux de condensation à la vapeur d'eau. C'est de leur présence dans l'air que dépendait en grande partie la formation des brouillards.

Son ami Mascart, à qui il fit part de ses expériences, refusa d'admettre ses conclusions, ayant obtenu les mêmes résultats dans des circonstances contradictoires.

Coulier dut abondonner ses premiers travaux et pensant qu'il s'était trompé, il eut le courage de l'avouer. C'est alors que l'anglais Aitken reprit les mêmes recherches et en donna la vraie signification.

Une expérience de Tyndall, en 1870, fut le premier

pas accompli dans cette voie. Cet auteur se rendit compte qu'en faisant passer un rayon de lumière dans une enceinte obscure et poussiéreuse, un faisceau de poussière se trouvait éclairé. Ce faisceau était d'autant plus illuminé, que la quantité de poussière était plus grande. Il est logique d'admettre que c'est le faisceau lumineux qui rend visible la poussière ; ce ne sont pas les poussières qui mettent en évidence le rayon de soleil (1).

Une autre expérience de Tyndall venait à l'appui de la précédente. Il s'agissait cette fois de faire passer un faisceau de lumière dans une caisse de bois hermétiquement close. Les parois intérieures de cette caisse étaient complètement enduites de glycérine, artifice destiné à retenir les éléments solides en suspension dans l'atmosphère de la caisse. Sur une des parois latérales était aménagé un gros orifice fermé par un morceau de verre ; sur la paroi opposée on faisait un second trou, en face du premier. Celui-ci était garni de la même façon. Tyndall faisait passer dans ces conditions un rayon de lumière qui devait traverser la caisse par les deux orifices. Il n'observait dans ce cas « qu'un canal sombre et pur ». Les poussières étaient retenues et le rayon n'était plus visible. Ceci est l'expérience de l'air optiquement vide. Une autre expérience réalisée différemment, démontrait les mêmes faits. On faisait passer

1. Qu'il nous soit permis de remercier notre camarade Mlle Marcelle Sauvageot qui s'est mise à notre disposition pour la traduction de quelques documents anglais.

un rayon de soleil dans une atmosphère pleine de poussière. Sur une partie du trajet du rayon, on avait mis un bec Bunsen. Le rayon de lumière se trouvait intercepté au niveau du bec Bunsen.

Que fallait-il penser de ce phénomène ?

Tyndall essaya d'interpréter ces faits. Il émit l'hypothèse que les poussières étaient détruites par la flamme et n'existant plus à cet endroit même, le rayon de lumière se trouvait intercepté. L'expérience reproduite avec un corps moins chaud, ne pouvant brûler les poussières et donnant le même résultat, infirmait l'opinion de Tyndall.

A. Frankland qui voulait que la partie de la poussière rendue visible était une moisissure humide, on répondait en choisissant du magnésium, ni volatil, ni combustible.

En 1881, lord Railegh obtint le même phénomène que Tyndall, mais cette fois en suspendant un corps froid au-dessus du rayon de lumière. Celui-ci disparaissait au niveau du corps froid.

Enfin, trois ans après, en collaboration avec Clarke, sir Olliver Loodge reprenait ces expériences. Il devait en tirer un très grand parti. Ce savant remarquait en effet, qu'en faisant passer dans un vase clos un courant entre deux électrodes de potentiel différent, il se trouvait créer un champ dans lequel les poussières de l'air étaient captées. Il était alors conduit à penser que les particules solides contenues dans un champ électrique acquièrent des

propriétés qu'elles n'ont pas normalement. C'était en substance une notion que l'on devait mieux connaître beaucoup plus tard : c'est-à-dire la charge électrique des ions et les lois de répulsion ou d'attraction des corps électrisés suivant la charge électrique qu'ils possèdent. Nous étions là bien loin des opinions de Tyndall ; le rayon de lumière est intercepté en effet à un moment donné, à cause de l'absence de poussières. Les poussières, dans l'expérience de Loodge, prennent une charge électrique dans le champ de même nature et de ce fait sont repoussées vers la paroi du vase clos de sorte qu'à un niveau donné l'air est pur et ne contient pas de poussières, celles-ci ayant été rejetées contre les parois du vase.

C'était là la première étape de la série des travaux du professeur sir Olliver Loodge.

La seconde période est marquée par la lutte qu'il voulut entreprendre contre les brouillards. Loodge pensait que les particules solides en suspension dans l'atmosphère servent de noyaux de condensation à la vapeur d'eau et conditionnent en grosse partie, l'apparition des brouillards. Si par une méthode reposant sur le principe de ses premières expériences, il arrivait à faire disparaître les poussières de l'air, il essayait du même coup d'empêcher dans une certaine mesure la formation des brouillards. C'est ainsi qu'il fit placer au-dessus du toit de l'Université de Birmingham une sorte de mât de pavillon supportant un grand peigne métallique à

pointe très fines relié à une source électrique de haut potentiel de 30 à 40.000 volts environ.

Par ce moyen il arrivait à faire disparaître les poussières sur une certaine étendue. Les brouillards dont la formation est conditionnée par la présence de poussières, n'existaient plus du même coup.

Sir Loodge ne fut pas déçu ; on fit fonctionner le système à l'épreuve au premier brouillard qui avait apparu et l'on a pu voir que tant que durèrent les décharges électriques, les brouillards avaient complètement disparus, l'air se trouvait clarifié de toute trace de brume sur une étendue de quelques centaines de mètres carrés autour des pointes qui avaient provoqué ainsi une sorte de souffle électrique puissant.

Les expériences encourageantes de Sir Olliver Loodge furent reprises par M. Dibos à Wimereux puis par M. Max de Nansouty. Quoique très intéressantes, elles n'ont pas paru cependant suffisamment concluantes. Les raisons semblent simples : d'abord l'agent contre lequel s'attaquait la méthode de Loodge était peut-être trop puissant ; mais aussi et surtout la force des machines statiques dont disposait sir Olliver Loodge n'était pas suffisamment puissante pour provoquer et entretenir les charges électriques nécessaires. Au début, en effet, on s'était servi de machines électrostatiques trop délicates pour assurer une marche assez prolongée.

Le troisième essai de Loodge n'est pas des moins intéressants ; nous verrons qu'il essayait de résoudre

un gros problème d'hygiène industrielle ; car ce sont quelques tentatives pratiques du même ordre que le professeur anglais faisait avec les mêmes machines à plateaux de verre.

Loodge voulait précipiter les fumées plombifères provenant des fours où s'effectue le grillage de la galène. Malheureusement ces essais demeurèrent sans résultat. Ici aussi, il semble qu'il soit logique d'incriminer, très probablement, l'insuffisance de débit des machines employées.

Mais c'était malgré tout, la première tentative pratique de captage des poussières par les procédés électriques.

Celle-ci fut reprise en 1905 par le professeur américain Cottrel. Il n'envisagea les faits qu'au point de vue purement pratique. Comme Loodge, ses premières expériences portèrent sur les fumées plombifères puis sur les brouillards d'acide sulfurique qui s'échappent des fours de concentration de cet acide. Il soumet le brouillard à l'action d'un champ électrique qui agit perpendiculairement à la direction du courant des poussières. On obtient ce résultat lorsque l'on fait passer le tourbillon dans un tube métallique relié à la terre et dont l'axe est parcouru par un fil qui est en communication avec une source électrique à haut potentiel. Les poussières, noyaux de condensation des brouillards, s'électrisent négativement, elles sont soufflées vers les parois du tube où elles adhèrent faiblement de sorte qu'un léger choc les en détache aisément.

Les appareils de Cottrel réalisèrent un progrès réel dans la question et eurent des effets franchement bienfaisants. Ils furent adoptés dans de nombreux centres industriels américains. La méthode eut un succès retentissant dû en grosse partie à la rigueur avec laquelle on appliqne les règlements aux Etats-Unis qui vont jusqu'à exiger la fermeture des installations susceptibles de produire les fumées nocives.

Il semble que cette méthode a été introduite en France un peu avant la guerre européenne et depuis 1914 elle attira l'attention des savants et des ingénieurs. C'est ainsi qu'en 1917, deux ingénieurs du services des Poudres à la Poudrerie Nationale d'Angoulême, MM. Laillier et Gallot, se préoccupèrent de la même question en vue de capter les fumées d'acide sulfurique. Ils avaient remarqué que les appareils de concentration de l'acide sulfurique envoient dans l'atmosphère des fumées contenant de 4 à 10 grammes de $So^4 H^2$ par mètre cube. Cet acide est à l'état de vésicules extrêmement fines qui échappent aux moyens habituels de récupération. Outre la perte sensible qui en résulte,il y a une question d'hygiène beaucoup plus importante. Cette pluie d'acide sulfurique se répand dans un périmètre très grand tout autour de la cheminée d'évacuation, dévaste toute la contrée environnante et la rend inhabitable.

C'est ainsi qu'ils apportèrent d'intéressantes modifications aux appareils de Cottrel.

Un an plus tard, différentes expériences étaient

faites au laboratoire d'Hydrologie et de Clinatologie du collège de France. M. Touplain, préparateur, remarquait, en effet, que les poussières qui étaient projetées contre les parois du tube et par conséquent captées, l'étaient d'autant plus facilement qu'elles étaient plus petites, présentant une plus grande surface et par conséquent une charge électrique beaucoup plus grande.

Puis, MM. D'Arsonval et Bordas qui, ayant à étudier l'atmosphère des stations thermales et climatiques, problème actuellement à l'ordre du jour, examinèrent dans ce but le procédé électrique. Au cours de leurs recherches, ils ont été amenés à préconiser différents dispositifs permettant l'emploi d'appareils réduits pouvant donner néanmoins un rendement très élevé dans le captage électrique des poussières.

En principe, ce captage consiste à faire passer des décharges électriques à travers l'air ou les gaz à traiter.

Leurs expériences de laboratoire ont été faites en employant un tube cylindrique en métal, de 15 centimètres de diamètre avec un fil axial porté à un potentiel négatif élevé à courant continu de 25 à 30.000 volts.

Ce courant à haute tension a été obtenu par eux en se servant de l'appareil de MM. D'Arsonval. Gaiffe utilise habituellement à la production des courants de haute fréquence, le courant étant redressé à l'aide de deux soupapes modèle Villard.

Dans ce système tubulaire ils ont établi :

La courbe de précipitation ou plutôt le chemin parcouru par les particules dès leur entrée dans le champ électrique : sous l'influence du fil axial, ces particules se déplacent vers la périphérie du tube ; elles subissent ensuite un mouvement oscillatoire vertical, puis se rassemblent à une certaine hauteur pour tomber finalement dans le bas du tube par l'effet de leur masse.

En se basant sur ces principes, ils ont reconnu l'intérêt de l'emploi d'électrodes positives formées de spires ou d'anneaux séparés qui forment obstacle à l'ascension des particules.

Enfin, toutes choses égales d'ailleurs, ils ont démontré l'avantage dans la précipitation de la présence d'un grand nombre de particules en suspension et ont établi leur classement par ordre de grosseur, à savoir que les plus fines poussières sont plus facilement ionisées et précipitées.

Dans un système plaque et fil, ils ont démontré la nécessité de créer des flux de force à l'aide d'électrodes négatives composées d'une série de disques à arêtes vives et séparés entre eux de quelques centimètres.

L'ensemble de toutes ces conditions expérimentales et la production d'ozone dans les appareils leur a permis d'étudier la précipitation électrique des bactéries en même temps que l'effet possible de leur stérilisation. Ils se sont appuyées dans le premier cas sur la possibilité de précipiter les pous-

sières ayant les dimensions de l'ordre du μ c'est-à-dire celle des corpuscules microbiens.

Le dispositif qu'ils ont employé pour ce cas particulier, comprenait un tube métallique cylindrique de 1 centimètre environ de longueur évasé aux deux extrémités de manière à faire cuvette et, par un système *ad hoc*, ils ont fait arriver un léger courant d'eau à la partie supérieure afin de créer un ruissellement le long de la paroi intérieure du tube.

Un fil axial disposé à l'intérieur du tube était porté à une tension négative de 25 à 30.000 volts efficaces. Le tube formant l'autre électrode était au potentiel 0.

MM. d'Arsonval et Bordas font remarquer que l'écoulement d'eau à l'intérieur du tube a pour but d'entraîner les particules précipitées sur la paroi. Ce ruissellement joue le même effet mécanique que le système à spires préconisé plus haut.

Dans leurs expériences ils ont, à l'aide d'un ventilateur fait traverser le tube capteur d'un courant d'air à une vitesse de deux mètres par seconde correspondant pour leur appareil à un débit-heure de 127 mètres cubes environ.

Pour la rapidité de leurs expériences, ils ont introduit dans l'air du ventilateur 30 grammes d'une poudre minérale non stérile et ensemencée en outre d'une espèce chromogène le micrococcus prodigiosus. On sait, en effet, que cette bactérie est facile à mettre en évidence par la belle couleur rouge que donnent ses cultures.

L'appareil étant en marche, ils ont examiné l'air à la sortie du tube en le faisant passer à travers un tube de verre renfermant du coton, le tout préalablement stérilisé à la température de 170 degrés. Avec une trompe à eau ils ont aspiré environ 1/15 du volume d'air traité.

Après une heure de marche le coton a été introduit dans un vase contenant de l'eau stérile qui a été examinée ensuite par ensemencement sur gélose.

Des essais à blanc, c'est-à-dire sans courant, ont donné de 100 à 150 microbes par mètre cube d'air traité, tandis qu'avec courant électrique l'air était pratiquement stérile : 1 à 2 microbes par mètre cube. Dans ces derniers essais, ils n'ont pas rencontré l'espèce chromogène introduite dans l'air du ventilateur.

Ils pouvaient s'attendre *à priori* à un résultat assez satisfaisant puisqu'ils savaient que les poussières sont le véhicule des microbes et que ceux-ci devaient être précipités en même temps qu'elle. Cependant, par des expériences antérieures, faites, il est vrai, avec d'autres appareils, sans ruissellement d'eau, ils connaissaient que la précipitation électrique ne leur donnait que 25 à 27 o/o au plus de rendement. Dans ces conditions, ils ne prétendaient pas obtenir dans leur essai, une justification pouvant donner de l'air optiquement vide.

S'ils admettaient encore que 5 o/o environ des poussières peuvent s'échapper des appareils, celles-ci peuvent-elles contenir des microbes, ceux-ci sont-ils

précipités totalement ou sortent-ils stériles après leur passage dans l'air ozoné et légèrement humide de leur dispositif ?

C'est ce qu'ils ont cherché à voir en faisant passer l'air ozoné sortant de l'appareil sur du coton non stérile.

Cet essai leur a démontré, soit que l'air n'était plus assez chargé d'ozone (1 milligramme par mètre cube) ou pas assez humide, le coton n'était pas complètement stérilisé.

Quoiqu'il en soit, leurs premiers résultats démontrent jusqu'à présent, qu'il peuvent obtenir de l'air stérile à la sortie d'un appareil composé comme ils l'ont indiqué.

Il reste à voir la part qui revient à chacun des éléments intervenant dans le système : précipitation proprement dite, air ozoné humide, haute tension, etc., les uns agissant mécaniquement et les autres par des effets de destruction des cellules microbiennes. En tout cas, MM. D'Arsonval et Bordas ont démontré qu'il leur était possible d'augmenter les uns et les autres si c'était nécessaire.

L'ensemble de ces résultats les a conduit à envisager les différentes faces d'un même problème d'hygiène : le captage des poussières. Celui-ci peut être considéré quant à ce qu'il a trait aux poussières industrielles dont nous avons vu les dangers énormes dans le chapitre précédent.

Il nous reste à étudier la possibilité de l'emploi de cet appareil dans certaines conditions particulières, c'est ce qui fera l'objet du chapitre suivant :

Applications pratiques des nouveaux procédés de captage des poussières.

Leurs résultats au point de vue de l'hygiène des agglomérations.

Nous venons donc de voir que l'appareil construit par MM. d'Arsonval et Bordas permet la captation des poussières de l'air ; il serait intéressant d'envisager les cas où ce même appareil rendrait de grands services.

Il est évident que dans toutes les salles peu aérées où l'agglomération des individus rendrait l'atmosphère irrespirable, la nécessité de la présence de l'appareil de MM. d'Arsonval et Bordas s'impose. De même, dans certains centres industriels, dans certains ateliers où les poussières se trouvent en grande quantité, dans les mines, nous avons vu précédemment que l'on avait utilisé un certain système ; mais celui-ci présente de sérieux inconvénients, notamment le refroidissement de l'air ; l'appareil que nous avons décrit présente un avantage appréciable ; il purifie l'air sans en modifier la température.

L'utilité de la désinfection de l'air dans les locaux infectés, comme par exemple dans les salles d'opéra-

tions et dans les salles de pansements, n'est pas douteuse.

Dans certains cas, on se contentait de la réaliser par un procédé chimique assez grossier. En effet, on disposait dans les salles d'opérations des cuvettes pleines de formol. Les vapeurs d'aldéhyde formique se répandaient dans la salle et réalisaient ainsi un essai de désinfection. On sait combien à l'heure actuelle cette épuration de l'air est relative et les désagréments réels que présente le formol, quand le chirurgien et ses aides sont obligés d'en respirer les vapeurs.

Il est possible dans ces cas de placer un appareil de type de MM. D'arsonval et Bordas qui remplacerait très avantageusement la méthode chimique que l'on emploie encore à l'heure actuelle.

D'autre part, dans le domaine de l'hygiène alimentaire, il est un problème des plus importants qui mérite d'être sérieusement examiné.

On sait en effet que l'on conserve certaines viandes et d'autres produits comestibles pendant un temps plus ou moins long dans certains ports d'exportation alimentaire. Le type de ces grands frigorifiques est celui du Havre.

On conserve les viandes pendant plusieurs jours sans que celles-ci s'altèrent. Cependant, il n'est pas rare d'observer dans certains cas et au bout d'un temps plus ou moins long que les viandes se recouvrent d'un enduit blanc verdâtre dû au développement de certaines moisissures.

Ces organismes végétaux se développent au contact des viandes et diminuent de beaucoup leur valeur alimentaire.

Il n'est pas rare également d'observer que l'air contenu dans les salles où sont conservés ces aliments, amène à leur contact des bactéries qui, par des phénomènes chimiques plus ou moins complexes, arrivent à décomposer en partie les viandes. Un phénomène nouveau s'observe alors : C'est la production de gaz putrescibles qui rendent l'atmosphère de ces salles particulièrement repoussante.

Le cas est tout à fait saisissant quand il s'agit de certaines conserves, notamment des graisses et des fromages.

Le développement des moisissures à la surface des viandes est complètement empêché par l'épuration de l'air des grands frigorifiques.

Quant à la désodorisation de ces établissements, il est possible de la réaliser en même temps avec le même appareil.

Deux expériences de MM. D'Arsonval et Bordas, rapportées au Congrès de Londres de juin 1924, en permettent l'explication.

Il s'agit en réalité d'une même expérience. Seul le produit expérimenté différait.

MM. D'Arsonval et Bordas se proposaient d'épurer et de désodoriser une certaine quantité d'air qu'ils venaient de faire passer dans un produit d'odeur désagréable.

Un flacon contenant du sang pourri était muni de

deux tubulures. L'air était amené par une première tubulure à barboter dans le sang pourri. Celle-ci était précisément adaptée à l'extrémité inférieure de l'appareil de MM. d'Arsonval et Bordas.

L'air en sortait complètement pur et entièrement désodorisé, alors que le même air recueilli au niveau de la seconde tubulure avant son passage dans le système de haute tension était absolument irrespirable.

Ce phénomène est dû, comme l'expliquent les auteurs de l'expérience, à l'oxydation réalisée par le dégagement d'ozone dans le champ électrique. On sait en effet que l'appareil dégage en fonctionnant, dans les conditions expérimentales qu'il a été dit, 1 millimètre cube d'ozone par mètre cube d'air.

La même expérience fut refaite, mais cette fois on avait remplacé le sang pourri par du fromage. Le résultat fut le même que dans le premier cas.

Ces expériences montrent tout le profit que l'on peut tirer de l'emploi de ces appareils dans les grands frigorifiques dont nous avons parlé précédemment.

CONCLUSIONS

1° Le problème du captage et de la destruction des poussières de l'air se simplifie si on l'assimile au problème des eaux (filtration et stérilisation).

2° La différence vient de ce que les poussières de l'air sont plus faciles à collecter. Leur nombre rend les anciens procédés de filtration proposés insuffisants, au point de vue pratique.

3° Les procédés électriques expérimentés en France par d'Arsonval et Bordas provoquant sous l'influence d'un courant à haute tension, une précipitation des poussières dans un tube de condensation permet de réaliser à la fois et le captage, la stérilisation et la désodorisation.

4° Au point de vue de l'hygiène urbaine, il est nécessaire de chercher à étendre ces procédés qui donnent des résultats bien supérieurs à tous les autres ; il est bien évident que la condition idéale devant être de ne pas rejeter dans l'air des fumées ou des poussières.

5° Appliqués aux brouillards, les résultats qui ne sont pas encore probants, donneraient peut-être des résultats excellents au point de vue de la santé publique. Toutefois on se trouve ici en présence de

modifications brusques et inopinées dans l'atmosphère qui obligent à prévoir leur apparition de telle sorte que la question relève non seulement de l'hygiène, mais aussi de la météorologie.

6° Nous n'avons envisagé que la question des poussières et incidemment celle des odeurs. Il ne s'agissait pas seulement des poussières mais aussi des gaz toxiques qui sont rejetés dans l'atmosphère par les cheminées d'usine. Mais la question est infiniment plus complexe ; nous croyons cependant savoir qu'elle fait l'objet d'études particulières à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie du collège de France.

Vu : le Président de la thèse
LÉON BERNARD

Vu : le Doyen,
ROGER

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
P. APPELL

BIBLIOGRAPHIE

Miquel. — Annales de l'Observatoire de Montsouris.

Miquel. — Les organismes vivants de l'atmosphère, 1883.

Duclaux. — Traité de Bactériologie.

Strauss et Dubreuil. — Sur l'absence des microbes dans l'air expiré (C. R. Académie des Sciences, 5 déc. 1887).

Bordas (F.). — Mémoire couronné par l'Académie de Médecine, prix Monthyon, 1889.

Stern (H.). — Influence de la ventilation sur les microbes en suspension dans l'air (Zeitschrift für Hygiène, t. VII, 1889).

Strauss. — Sur l'absence des microbes dans l'air expiré (Annales Inst. Pasteur, tome II, p. 181),

Lassime. — Thèse de Doctorat, 1890.

Sicard (Dr). — Semaine médicale, 1892.

Cristiani. — Analyse de l'air des hauteurs, puisé pendant un voyage en ballon (Annales Inst. Pasteur, t. VII, 1893).

Lalesque et Rivière. — Analyses bactériologiques de l'air de la plage et de la forêt d'Arcachon, 1895.

Miquel et Cambier. — Traité de Bactériologie.

Frois (Marcel). — Captage, évacuation, utilisation des poussières industrielles, 1908. — Rôle des poussières dans l'industrie (Annales d'Hygiène publique, 1910).

Frois et Sartory. — Les poussières organisées dans l'industrie (Annales d'Hygiène publique, juin et septembre 1911).

Sartory (A.) et Langlois. — Poussières et microbes de l'air (Dunod et Pinat, éditeurs, 1912).

Broquin-Lacombe. — Contribution à l'étude microscopique de l'air, de l'eau et du sol (Revue d'Hygiène, tome XXVX, 20 mai 1913, p. 615).

Letulle (M.). — Le rôle de la cohabitation dans la transmission de la tuberculose humaine, d'après les expériences de M. Chaussé (Revue d'Hygiène, août-octobre 1914, p. 799).

Bordas (F.). — De la transmission de la fièvre typhoïde par l'air (C. R. Académie des Sciences, 24 novembre 1913).

Tresh (*Dr*). — British Med. Journal, 15 février 1902, p. 410.
Pentcado Bill (*J.*). — The Electrostatic, Methode of Dust (Collection as applied to the Sanitary). — Analysis of Air (Journal of industr. Hyg., volume I, nov. 1919, p. 323-342).
Hill (*Léonard*). — The Science of ventilation and open air treatment (Medical Research Council, 1920).
Besson (*L.*). — Relations entre les éléments météorologiques et la mortalité (Annales des services d'Hygiène de la Ville de Paris, t. II, p. 181, travaux de 1920).
Trillat (*A.*). — Sur la théorie miasmatique (Arch. des Sciences Physiques et Naturelles, 30 janvier 1912).
— Adaptation de la théorie miasmatique aux idées pasteuriennes (Annales I. P., 1912).
— Sur un appareil destiné à l'étude de la formation des brouillards (C. R. Acad. des Sciences, 1919, p. 570).
— Propriétés antiseptiques des vapeurs dégagées du sucre par la chaleur (C. R. Acad. des Sciences, 1905, tome II, p. 215).
— Action des gaz putrides sur les microbes (C. R. Acad. des Sciences, 15 novembre 1909).
— Action des doses infinitésimales de diverses substances alcalines fixes ou volatiles sur la vitalité des microbes et la contagion (C. R. Acad. des Sciences, 2 décembre 1912 et 1920, t. II, p. 282).
— Rôle de l'air expiré dans la transmission des épidémies (Acad. de Médecine, oct. 1918, p. 369, et 16 février 1915).
— Transmission d'une épidémie chez les animaux par l'intermédiaire de l'air (C. R. Acad. des Sciences, 1918, t. I, p. 1529).
Trillat. — Influence de l'état de division des gouttelettes microbiennes (C. R. Acad. des Sciences, 1920, t. I, p. 339).
— Influence de la variation de pression barométrique (C. R. Acad. des Sciences, 1920, t. I, p. 538).
— Influence de la radioactivité sur les gouttelettes (C. R. Acad. des Sciences, 14 décembre 1914).
— Influence du refroidissement sur les gouttelettes (C. R. Acad. des Sciences, 18 mai 1914).
— Influence de l'humidité sur les gouttelettes (C. R. Acad. des Sciences, 1920, t. I, p. 1.291).
— Etude sur les causes de caillage du lait observées dans les périodes orageuses (C. R. Acad. des Sciences, 26 fév. 1912).
— Relation entre les phénomènes météorologiques et les épidémies (Acad de Méd., 17 nov. 1914 et 26 avril 1921).
Trillat (*A.*) *et Kaneko*. — Activité de l'infection par voie aérienne

(C. R. Acad. des Sciences, t. CLXXIII, 1921, p. 109).

Trillat (*A.*) *et Mallein.* — Sur les propriétés différentes des poussières microbiennes sèches et liquides (C. R. Acad. des Sciences, t. CLXXVI, p. 144).

D'Arsonval et Bordas. — Captage des poussières atmosphériques au moyen de courants électriques à haute tension (Congrès d'Hygiène et de Climatologie de Monaco, 1920, tome I, p. 52, t. II, p. 198).

Lodge. — Electrical Deposition of Strest, p. 572 (The Journal Society of Chemical Industry, n° 11, vol. V, november 29, 1886).

Tyndall. — Discovery of Dust. fiee Space (Proc. Roy. Inst. VI, p. 1, 1870).

Frankland. — Brief (Proc. Roy. Soc. XXV, p. 542).

Tyndall. — Floating Matter of the Air, p. 5.

Railegh (*Lord*). — Dark Plane (Proc. Roy. Soc., december 1882, on Nature, XVIII, p. 139).

Lodge. — Preliminary Letter (Nature, 26 th july 1883, XXVII, p. 297).

Aitken. — Abstract (Nature, 31 st january 1884).

Lodge and Clarke. — Main paper, woth plato (Phil. Mag., march 1884, on Proc. Phys. Soc. februarg 1884).

Aitken. — Main paper with plate (Trans. R. D. Edin, XXXII, p. 239).

Minor papers :

Lodge. — Lecture to Royal Dublin Society, on Dust-fice Spaces (Nature, 24 th april 1884).

Lodge. — Lecture to Brit. Assoc. Montréal, on Dust (Nature, 22 nd january 1885).

Lodge and Clarke. — Abstract (Nature, XXIX, p. 417).

Walker. — Engineering, 5 th june 1885.

Wimshurst. — Engineering, 21 st may 1886.

Tissandier. — La Nature on Flectrician, 21 st may 1886.

Crokes. — Repulsion by Hot surface (Nature, XV, p. 302, 1877).

Reynolds (*Osbonne*). — Dimensional Properties of Cases (Phil. Trans., 1879, II, p. 727).

Railegh (*Lord*). — Liquid Jets (Proc. Roy. Soc. Marchand, may 1879 and june 1882).

Lodge. — Electrostatic View of Chemical action (Brit. Assoc. Report, 1885, pp. 744 et sq.

Cotrell. — Annual Report of the Smithosian Institution, 1913.

Bradley (*L.*). — Procédés of the American Institut of Electrical, Engineers, avril 1915.

Fulton (*G.-H.*). — Mettallurgical Smoke.

Cotrell. — Recent progress in Electrical Smoke, 1916.

Breadley (*L.*). — Metallurgical and Chemical Engincering, 1915.
Saget (*I.*). — Revue générale de l'Electricité, 9 février 1908.
Michel (*F.*). — Revue Générale des Sciences, août 1918.
Lailler (*A.*). — Revue de la Société Industrielle de Rouen, nov.-déc. 1919.
D'arsonval Bordas et Touplain. — La purification électrique de l'air (C. R. Académie des Sciences, t. CLXX, p. 636, 15 mars 1920.
Bruère (*S.*).— Communication faite à la Société des chimistes français, juin 1918.
Weiss (*Mme*) *la Générale*. — Poussières domestiques ; moyens de les combattre (Congrès d'Hygiène et de Climatologie de Monaco, 1920, t. I, p. 95, t. II, p. 195).
Frois (*Marcel*). — Captage de poussières dans les ateliers de polissage des métaux.

Imp. de la Faculté de Médecine, Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris — 6598-25